

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 549.211:553.81

Об основных эпохах корообразования и кимберлитового магматизма в связи с алмазопроисковыми работами

Н.Н. Зинчук

Западно-Якутский научный центр Академии наук Республики Саха (Якутия). 678170, г. Мирный, ул. Ленина, 4/1

E-mail: nnzinchuk@rambler.ru

(Статья поступила в редакцию 14 ноября 2013 г.)

По результатам проведённых исследований с использованием большого фактического и аналитического материала сделаны выводы о необходимости более углубленного комплексного изучения эпох мощного корообразования и алмазодносного магматизма, на которые раньше особого внимания не обращалось. Имеющиеся ныне неравноценно и неравномерно распределённые материалы позволяют различать два мегаэтапа в формировании алмазодносности Сибирской платформы. Ранний охватывает время от архея до рифея включительно, т.е. от появления собственно алмаза в недрах до первого его поступления в приповерхностные обстановки. Для мегаэтапа характерны полицентризм, тяготение к периферическим частям платформы, а также разнообразие транспортеров. Второй мегаэтап (ранний палеозой – эоцен) отличается от первого пространственным расположением проявлений, моноцентризмом, преобладанием диатрем кимберлитов. При планировании и проведении прогнозно-поисковых работ на алмазы на перспективных территориях платформы надо ставить задачу вскрытия не только среднепалеозойских продуктивных коллекторов, но и более древних (докембрийских и нижнепалеозойских) и молодых (мезозойских) толщ, проводя при этом детальное комплексное изучение вещественного состава пород (особенно опорных разрезов и базальных горизонтов).

Ключевые слова: *алмазы, геологические поиски, кимберлиты, коллекторы алмазов.*

В настоящее время в мире известно более 2000 кимберлитовых тел, из которых алмазы установлены более чем в 300 трубках и дайках [1–2, 4–6, 9–16, 18, 19, 21, 22, 27, 30–33, 36], однако промышленные концентрации выявлены только в не-

скольких десятках диатрем, а в эксплуатации находились или находятся около 25 кимберлитовых трубок и одна лампроитовая. Ранее нами [33] в одном ключе обобщен и систематизирован огромный фактический материал более чем по 50 алма-

зоносным трубкам различных древних платформ мира (Сибирской, Африканской, Восточно-Европейской, Китайской, Индийской, Австралийской, Северо-Американской и др.). Некоторые из них отработаны до экономически выгодного порога (трубки Кимберли, Ягерсфонтейн, Де-Бирс, имени XXIII съезда КПСС, Дачная и др.). Разработка трубок Весселтон, Бултфонтейн, Дюгойтспен и др. близится к завершению. В связи с переходом на подземную добычу происходит реконструкция рудников Интернациональный, Айхал, Мир, Удачный и др. В России к первоочередным объектам, где наращивается добыча алмазов, относятся диатремы нового Накынского кимберлитового поля (Нюрбинская, Ботуобинская и тело Майское) на Сибирской платформе, а также алмазоносные диатремы Архангельской кимберлитовой провинции (месторождение Ломоносовское, объединяющее несколько диатрем, кимберлитовая трубка им. Владимира Гриба).

На Сибирской платформе в 25 полях известны более тысячи кимберлитовых трубок, даек и жил, из которых только в Лено-Анабарской субпровинции открыто свыше 700. Более чем в 150 трубках платформы установлены алмазы, кимберлитовые диатремы Мир, Удачная, Юбилейная, Интернациональная, Айхал, Сытыканская, Ботуобинская, Нюрбинская, Зарница, Комсомольская и др. разрабатываются, в трубках имени XXIII съезда КПСС и Дачная добычу завершили. Ряд диатрем в различной степени готовы к эксплуатации (трубки Краснопресненская, Дальняя, Иреляхская, Заполярная, Новинка, Поисковая, Комсомольская-Магнитная и др.). Это подчеркивает важность и приоритетность минерально-сырьевой базы, образованной коренными месторождениями алмазов России, исходя из того, что в целом в мире в эксплуатации находится не на много более двадцати кимберлитовых месторождений, включая и упомянутые на Сибирской платформе. Несмотря на длительность исследования алмазоносности Сибирской платформы, многие аспекты

остаются до настоящего времени не ясными. Это касается проблемы коренных источников алмазов на красноярских и иркутских перспективных площадях, алмазов «эбеляхского» типа, причин разной продуктивности кимберлитовых полей Лено-Анабарской и Вилуйской субпровинций, связанных, как утверждают некоторые исследователи [6, 17, 23, 35], с единым протолитом. Требуют также геологического осмысления обширные материалы, касающиеся радиологического датирования алмазоносных и потенциально алмазоносных магматитов, роли разломов, авлакогенов, геофизических характеристик разных по продуктивности площадей, причины разной продуктивности кимберлитовых полей основных провинций. Требуют дополнительного исследования установившиеся представления об эпохах становления кимберлитов Сибирской платформы, из которых практически значимыми признаются [8, 9, 29, 34] только среднепалеозойская и, с большими оговорками, триасовая [7, 25]. При этом отмечается общее падение продуктивности кимберлитов от центра провинции к периферии, объясняемое различными причинами [4, 12, 18, 23].

Ранее проведенными исследованиями показано, что разные части Сибирской алмазоносной провинции в разные временные интервалы оказываются в различных *историко-минерагенических провинциях* (ИМП) [14–16]. Их пространственное совмещение отражает миграцию кимберлитообразования в пространстве и времени с той детальностью, которую позволяет современный уровень наших знаний. Под историко-минерагеническими провинциями мы принимаем площади континентов и океанических бассейнов Земли с массовыми проявлениями аккумуляций рудного и нерудного вещества, сформировавшихся в определённый историко-минерагенический этап [16]. Это отличается от традиционного определения минерагенических мегапровинций, под которыми обычно понимаются геологические структуры первого порядка площадью не-

сколько миллионов км², расположенные на платформах или в океанических бассейнах и сформировавшиеся в течение нескольких геологических эр [15, 16, 17]. Кроме того, минерагенические мегапровинции рассматриваются как изометрические участки земной коры крупных размеров (десятки тысяч км²) определенного периода и типа тектонического и металлогенического развития с характерными для него геологическими и рудными (одной-двумя) формациями и ассоциациями месторождений полезных ископаемых. Эволюцию во времени историко-минерагенических провинций можно рассмотреть по выделяемым нами ранее основным эпохам мощного корообразования и кимберлитового магматизма [14–18]. Роль процессов, происходивших в *раннем и позднем докембрии* и оказавших влияние на общую алмазоносность Сибирской платформы вероятно велика [2, 3, 22, 28], что подтверждается и древностью самих алмазов. Так, Re-Os модельный возраст для сульфидных включений в алмазах кимберлитовой трубки Удачная достигает 3,1–3,5 млрд. лет, хотя мантийные ксенолиты этой диатремы формировались только 1203 млн лет назад, серпентинизированные перидотиты – 741–863 млн лет, а кимберлиты – 304 млн лет [15, 16, 17]. Можно предположить, что первая экспозиция (выход на поверхность) алмазоносных магматитов произошла в раннем протерозое по периферии платформы как минимум в трех историко-минерагенических провинциях: *Алданской, Усть-Ленской и Приенисейской*. Связано это было с начавшимся процессом обособления мегаблока Восточно-Сибирской протоплатформы от соседних активизированных областей. Именно тогда формировалась система глубинных разломов, параллельная краевым ограничениям, входящая в планетарную регматическую (в плане метатрещиноватости) сеть, а также выдающийся из них Таймыро-Байкальский разлом, вдоль которого проводят западную границу области влияния Тихоокеанского подвижного пояса. Присутствие даже

единичных зёрен алмаза в высокометаморфизованных породах раннего докембрия имеет принципиальное значение. Поэтому большой научный интерес представляет обнаружение в нижнекембрийских образованиях борно-магнетитового месторождения Таёжное (между пос. Чульман и г. Алдан) *Алданского щита* уплощенного октаэдра алмаза (размером около 150 мкм) [15, 16, 17]. Обнаружен он был в десилицированном включении доломита с борной минерализацией, что позволило предполагать перидотитовый состав исходных пород. При метаморфизме алмаз был предохранён от разрушения кристаллом кальцита и тем обстоятельством, что температура не превышала 550°C (пониженное содержание в кальците магнезии). На Алданском щите известны такие потенциально алмазоносные породы, как нижнепротерозойские лампроиты, детально изученные И.Л. Махотко, который выделил в пределах щита одноименную лампроитовую провинцию. По времени проявления лампроитового магматизма она им разделена на субпровинции: Чаро-Алданскую раннепротерозойскую и Лено-Алданскую позднемезозойскую. *Чаро-Алданская* раннепротерозойская субпровинция занимает небольшую часть бассейна р. Хани в её верховьях, на юго-западе щита. *Лено-Алданская* позднемезозойская субпровинция имеет более широкое распространение. Существуют некоторые признаки наличия на северо-востоке платформы в раннем протерозое *Усть-Ленской ИМП* с алмазоносным магматизмом коренных источников на акватории моря Лаптевых и в низовьях Лены между устьями рек Булкур и Элиэтибийс. С последними могут быть связаны необычные алмазы «эбеляхского типа», которые образуют широкий ореол неокатанных кристаллов к северо-востоку от Анабарского щита (Ниже-Ленская и Прончищевская группы россыпей). В ассоциации «эбеляхского» типа резко преобладают графитизированные ромбододекаэдры V разновидности, сложные двойники, сростки, додекаэдры VII разновид-

ности, а также округлые алмазы «уральского» («бразильского») типа [7, 12]. Кристаллы имеют выраженные протоматические сколы, средний вес и гранулометрический состав, характерные для россыпей ближнего сноса. Самый древний коллектор, в котором они наблюдались (карнийские конгломераты), содержит «плохо транспортабельные» кимберлитовые минералы, а также в грубообломочной части гальки андезитов и липаритоцитов, для которых пока не установлены области размыва. Доля «глубинных» пиропов дунит-гарцбургитовых парагенезисов алмазной ассоциации здесь ничтожно мала, что не согласуется с высокой алмазностью [26, 30]. При многочисленных перебивках подобные пиропы, будь они в коренном источнике, должны только накапливаться в россыпях по причине их наибольшей устойчивости. На описываемой территории спрогнозированы две площади вероятного нахождения коренных источников – Булкурская (на левобережье в низовьях Лены между устьями рек Бултур и Элиэтибийе) и Лаптевская (на акватории моря Лаптевых) [7, 12]. Анализ первичных минералогических и геохимических материалов, касающихся россыпных месторождений алмазов «древнего облика» в Анабарской субпровинции позволил отдельным исследователям [3, 7, 18] высказать мнение о докембрийском, не кимберлитовом и не лампроитовом источнике полезного компонента. Одно из мнений о причине сохранности высокой продуктивности древнего коренного источника «эбеляхского типа» основывается на чрезвычайной пассивности северо-восточной окраины Сибирской платформы, удалённости от негативных влияний подвижных поясов и зон тектонотермальной переработки, что сильно повлияло на продуктивность потенциально алмазоносных магматитов запада и юга платформы [15, 16, 17, 18]. Выделение *Приенисейской ИМП* сделано только на косвенных соображениях [18]. Немало специалистов полагают, что в дорифейское время Сибирская платформа сли-

валась с Китайской и простиралась далеко к востоку за нынешнюю р. Лену [8, 15, 16, 17, 18, 27]. В отличие от этого западное ограничение, которое во всех реконструкциях проводят по долине Енисея, является наиболее выраженным, стабильным уже в течение около 2 млрд лет. Именно к нему тяготеют поля алмазоносных рифейских отложений и рифейских коренных источников, что характерно и для Алданской ИМП. Присутствие в последней раннепротерозойских алмазоносных перидотитов и неалмазоносных лампроитов позволяет предположить подобные образования и на юго-западе платформы [18].

Вклад *рифейского этапа* и его авлакогенеза в алмазность Сибирской платформы являлся определяющим, так как это было время формирования алмазоносных протолитов в центральных районах и поступления алмазоносного материала в верхние горизонты земной коры в периферических районах [4, 3, 7, 15, 16, 17, 27]. В связи с этим во многих работах указывается, что для трубки Удачная возраст мантийных ксенолитов составляет 1203 млн лет (мезорифей, R_2), серпентинизированных перидотитов – 741–863 млн лет (неорифей, R_3), кимберлитов – 304 млн лет [2, 8, 15, 16, 17, 35]. Для рифея выделяются *Анабаро-Оленекская, Ангаро-Тунгусская и Алдано-Становая ИМП* [16]. Наиболее древними рифейскими диатремами, выявленными в *Анабарско-Оленекском* регионе, являются тела вулканических брекчий в бассейне рек Большая Куонамка и Хорбусуонка [32, 35]. На Куонамской площади (восток Анабарского щита) известна трубка Халахстахская с условным позднепротерозойским возрастом. В ней очень много магнезии (9–13%) и K_2O (3,67–10,24%) при соотношении $K_2O/Na_2O > 25$. По химизму породы относят к «санидиновым лампроитам», так как именно санидин ответственен за высокое содержание окиси калия в породе [6, 34]. В бассейне р. Хорбусуонка аналогичные древние тела считаются позднерифейскими [35]. Рифей в регионе не только отмечен внедрением кимберлитов, но и озна-

менован формированием массивов и прочих глубинных щелочных пород, среди которых минерагенические надежды связывают с лампроитами и карбонатитами. В рифее произошло формирование лампроитов Таймыра и Енисейского кряжа. На северо-востоке Сибирской платформы «древние» алмазы попадают в аллювий рек из рифейских толщ восточного склона Анабарского щита, Уджинского и Оленекского поднятий. Рифейские терригенно-карбонатные образования (мощностью до 2 км) здесь построены ритмично. Выделено несколько эпох формирования рифейских алмазоносных россыпей, связанных с породами: а – серий мукунской (Анабарский щит, 1550 млн лет) и солоольской (сыгынахтахская свита, 1480–1514 млн лет); б – базального горизонта верхнебилляхской толщи Анабарского щита (около 1000 млн лет); в – базальных горизонтов свит старореченской Анабара (674–670 млн лет), томторской Уджинского (700–750 млн лет), маастахской Оленекского поднятий [22]. Часть алмазов из аллювия современных рек этих районов схожа с древними алмазами Урала. Для них характерны округлые формы, сопровождение устойчивыми минералами (цирконом) и особой разновидностью кианита [3, 7, 22]. Для окраины Сибирской платформы характерно также широкое развитие верхнепротерозойских карбонатитов и связанных с ними рудных месторождений. Рудные массивы известны в Селигдаре, в провинциях Анабаро-Унжинской (массив Томтор с апатит-магнетит-флогопит-редкометалльно-редкоземельным оруденением, Орто-Ырыгахская карбонатитовая трубка и др.) и Учурской (рифейские массивы Арбарастахский, Ингилийский, апатит-редкоземельная специализация). Становление основных рудоносных массивов рифейского заложения (Томтор и Арбарастахский) было длительным. Для того чтобы приобрести современный облик, массиву Томтор понадобилось почти полмиллиарда лет (интервал 0,8–0,32 млрд лет), Арбарастахскому – четверть миллиарда (0,7–0,54 млрд лет)

[4, 15, 16, 17, 33]. Оно было многоэтапным – внедрение новых порций магматического материала разделяли десятки миллионов лет покоя. По форме, размеру, внутреннему строению, геохимическим и минералогическим особенностям Томторский массив типичный нефелин-калишпатовый – из 300 км² его площади собственно карбонатиты занимают только 12 км². Иногда пикриты считают генетически связанными с кальцитовыми, доломитовыми, кальцит-доломитовыми карбонатитами, датированными 440–370 млн.лет (ранний силур–средний девон) [4].

В литературе [9, 15, 16, 17, 25], посвященной лампроитовой провинции Енисейского кряжа, описаны четыре позднекембрийские ассоциации щелочных магматитов: верхнерифейская трахибазальт-щелочно-трахитовая (захребетинский комплекс), вендские щелочно-ультраосновная Чапинского и щелочно-гранитоидная Средневороговского комплексов, верхневендская нефелин-сиенитовая Среднетатарского комплекса. Ультрабазиты Чапинского комплекса (возраст 668–670 млн лет – K/Ar) встречаются среди первично-осадочных пород суворовской свиты чапской серии венда. Слабоалмазоносные кимберлиты Ингашинского (Окинского) поля Присаянского алмазоносного района [9], выделенные в *Ангаро-Тунгусской ИМП*, пока единственные из магматитов Сибирской платформы, рифейский возраст которых доказан [9, 15, 16, 17, 18, 37]. Находится оно на юго-западе региона, между Красноярском и Иркутском, ближе к последнему, в бассейне р. Ингаши, притока р.Оки, впадающей в р.Ангару. Здесь, на юго-западе Сибирской платформы (Урикско-Ийский грабен), известны девять жил слюдяных кимберлитов мощностью от первых сантиметров до 1 м при прослеженной длине до 850 м, которые прорывают песчаники и сланцы ингашильской и урикской свит нижнего протерозоя. Иногда такие породы называют лампроитами, лампроитоидами и ограничивают их нижний возраст-

ной рубеж верхнерифейскими отложениями ипситской свиты, с которыми интрузивные образования имеют рвущий контакт [9, 15, 16, 17]. Верхняя граница определена по перекрывающим породам саранчетской свиты нижнего карбона, содержащим индикаторные минералы кимберлитов – пиропы, хромшпинелиды и хромдиопсиды. Возраст жил оставляет 1268 ± 12 млн лет (Rb/Sr), 1200–1100 млн лет (K-Ar) [9]. В пределах Восточного Саяна, Енисейского кряжа и Чадобецкого поднятия отдельными исследователями также прогнозируются коренные алмазоносные магматиты [22, 28]. Здесь были выделены три уровня промежуточных коллекторов рифея, его базальных конгломератов, начинающих разрезы крупнейших осадочных ритмов (снизу вверх): 1 – ермосохинская (1,635–1,430 млн лет, K/Ar), кординская (1,450 млн лет, K/Ar) и семёновская (1,290 млн лет, K/Ar) свиты; 2 – карагасская, лопатинская свиты (830 млн лет, K/Ar); 3 – мотская (609 млн лет, K/Ar), алешинская свиты. Среди алмазов здесь преобладают округлые ромбододекаэдровиды, зеленые и пигментированные индивиды с губчатой поверхностью [3, 9, 13, 28]. Велико также содержание целых кристаллов. Обычные парагенетические спутники алмаза (в основном пироп) редки и пространственно разобщены с ореолами алмазов, что, возможно, связано с более молодыми (девон, верхний триас-юра) известными здесь безрудными кимберлитами. Это обстоятельство позволило М.П. Метелкиной с соавторами предположить существование на юго-западе платформы рифейских алмазоносных кимберлитов [22].

Раннепалеозойский этап считается временем «предрудной подготовки», площади которой маркированы рифовыми постройками, формировались скрытые зоны проницаемости, узлы мелкой тектонической трещиноватости, очаги объёмного конседиментационного расширения, благоприятствовавшие доставке исключительно малых и дискретных порций кимберлитового материала к земной поверх-

ности [15, 16, 17, 25]. Мощности отложений нижнего палеозоя в пределах рифовых систем оказываются часто редуцированными, как это обычно свойственно конседиментационным поднятиям [8, 15, 16, 17]. Как кимберлиты и маркеры площадей их распространения – коралловые рифы – часто сопровождают друг друга показано на примере Далдынского и Алакит-Мархинского полей: в кимберлитовых брекчиях часты обломки силурийских кораллов, хотя в пределах этих полей силурийские толщи размыты [4]. Более того, отдельными скважинами в пределах Далдыно-Алакитской зоны обнаружен ещё более древний, венд-кембрийский, уровень из биогермов и биостромов, верный признак вертикального телескопирования, наследования «предкимберлитового» рифообразования. По этим признакам многие исследователи считают перспективной на кимберлиты и Ангаро-Нижеоленекскую рифовую систему в отложениях кембрия длиной 600 км и шириной около 25–30 км. Интересно, что как для Анабаро-Нижеоленекской, так и для Анабаро-Синской рифтовой системы характерен магнезиальный метасоматоз [15, 16, 17, 18], что иногда используется для прогноза долинно-карстовых и карстовых россыпей алмазов [23, 24].

При обсуждении роли раннепалеозойского этапа в становлении тел продуктивных магматитов Якутской алмазоносной провинции (ЯАП) следует отметить работу А.И. Зайцева с соавторами, посвящённую датированию высокоалмазоносных кимберлитов вновь открытого Накынско-Мархинской зоны, к северу от Мало-Ботуобинского района [10]. Диатремы Ботуобинская и Нюрбинская прорывают терригенно-карбонатные отложения раннего палеозоя и перекрыты юрскими терригенными толщами. Среди ксенолитов осадочных пород встречены брахиоподы силура, конодонты раннего и среднего ордовика. Прочие органические остатки надёжно не определены, но предполагается, что они могут относиться к раннему

силуру и среднему девону. Проведённые Ar-Ar –методом по флогопиту из кимберлитов трубок Ботуобинская и Нюрбинская определения дали разброс возраста от 1842 до 370 млн лет. Rb-Sr соотношения для основной массы образцов уложились в интервал 444–449 млн лет. Средневзвешенный возраст по 8 зернам флогопита (Ar/Ar) трубки Ботуобинская – 398 ± 17 млн лет, а без учёта крайних значений – 380 ± 12 млн лет. По совокупности всех Rb-Sr определений изохронный возраст этой кимберлитовой трубки – 445 ± 4 млн лет. Он древнее аргон-аргоновых, но не выходит за пределы общего массива радиологических данных. Принятие в расчёт данных по трубке Нюрбинская не меняет этих оценок – 445 ± 3 млн лет. Вышеупомянутые исследователи [10] ограничивают время проявления кимберлитового магматизма Накынского поля 450–380 млн лет, что хорошо согласуется с предварительными данными по возрасту габбро-долеритов, проявившимися здесь дважды, в интервалах 450–460 млн лет и 346–386 млн лет (K-Ar). Это позволило исследователям заявить об обнаружении новой продуктивной эпохи кимберлитового магматизма на Сибирской платформе – позднеордовикской (ближе к раннесилурийской). Следует отметить, что в эту же эпоху сформировались высокоалмазоносные кимберлиты китайских провинций Шаньдун (поле Меджин) и Ляонин (поле Уафгангдиан) [15, 16, 17]. Геологические, минералогические и геохимические особенности кимберлитов Накынского поля уникальны. Так, вопреки общей закономерности, свидетельствующей о локализации высокопродуктивных тел в пределах блоков с повышенными мощностями литосферы (более 200 км), описываемое поле целиком уложилось по этому показателю в интервал 120–150 км [9]. При этом следует отметить, что речь идёт только о современной мощности литосферы. Н.П. Похиленко с соавторами полагают, по аналогии с районом высокоалмазоносных кимберлитовых даек Snap Lake субпровинции Слейв (также раннепалеозойской),

что во время становления диатрем мощность литосферы могла быть аномально высокой (около 300 км) [26]. В кимберлитах Накынского поля концентрации индикаторных минералов (пиропы и хромитов) на порядок меньше, чем в обычных кимберлитах, при почти полном отсутствии пикроильменита. При этом содержание пиропов алмазной ассоциации в порфировом кимберлите трубки Ботуобинская достигает рекордного для этого типа пород значения – до 45%. Обедненность кимберлитов поля индикаторными минералами объясняет незначительные размеры вторичных ореолов – 1–2 км от коренных источников, что весьма затрудняет их поиски, учитывая к тому же и слабую намагниченность пород. В целом кимберлиты Накынского поля считаются аномальными и по необычно высокому (до 15%) содержанию в пиробах Cr_2O_3 [26]. Проявления каледонского алмазоносного магматизма отнесены к *Вилуйской и Анабарско-Оленёкской ИМП*.

Тектонические процессы *раннегерцинского (среднепалеозойского) этапа* Сибирской платформы исследовать труднее, чем, например, Восточно-Европейской платформы, так как в первом случае на обширных пространствах от р. Вилуй до устья р. Лены девонские толщи не вскрыты. Так, для Ангаро-Ботуобинской антеклизы, где мощности только девонских красноцветов оценены в 700 м, известные материалы не позволяют установить даже примерно положение конседиментационных грабенов [8, 15, 16, 17, 27]. В среднем палеозое во многих районах платформы сформировались тела магматитов щелочно-основной формации. К ним относятся [15, 16, 17, 27, 35]: Вилуйско-Мархинский дайковый пояс с силлами и трубками взрыва; Жиганская, Молодинская, Куойкско-Эбеляхская зоны с редкими силлами, штоками, лакколитоподобными телами; формации щелочно-ультраосновных пород с карбонатитами массивов Томтор и Богдо-Уджинской тектономагматической зоны; кимберлиты и альнеиты востока и юга Анабарской ан-

теклизы, её Далдыно-Оленекской зоны, кимберлиты Вилюйско-Мархинской зоны. В Патомско-Вилюйском авлакогене обнаружены покровы девонских щелочных базальтоидов с прослоями липарито-дацитовых туфов [4, 14, 25, 35]. Раннегерцинские радиологические даты имеются для трубок 12 кимберлитовых полей ЯАП [10, 18]. Основной массив определений возраста вещества кимберлитов укладывается в интервал 380–310 млн лет и отделен «пустым» промежутком в 10–20 млн лет от массива «каледонских» дат (400 млн лет и древнее). Выделяются *раннегерцинские Вилюйская, Алдано-Оленекская и Ангаро-Тунгусская ИМП*. Основные поля среднепалеозойских кимберлитов расположены в центральной части платформы, её *Вилюйской ИМП* [15, 16, 17, 33, 35]. Однако появляется всё больше данных о среднепалеозойских алмазоносных диатремах Анабарской субпровинции, где они соседствуют с мезозойскими и даже палеогеновыми [7, 18, 23, 37]. В Куонамском районе среди архейских пород, относимых к наиболее древней далдынской серии, НПО «Аэрогеология» выявлены среднепалеозойские кимберлиты. Возможно, они алмазоносны – в районе открытой трубки Сербейн в аллювии встречены неизношенные алмазы. Средний возраст по двум датам кимберлитов участка Сербейн – 362 ± 7 млн лет (Rb/Sr), что соответствует франскому веку [4, 33]. В периферических частях платформы (Прианабарская, Сетте-Дабанская провинции) продолжилось становление карбонатитовых массивов. В Прианабарье (массив Томтор) в раннекаменноугольную эпоху (340–320 млн лет назад) появились кальцит-хлорит-серпентиновые метасоматиты по щелочным габброидам, в Сетте-Дабане (Горноозерский массив) – нефелиновые сиениты центральной части (K-Ar) – 348; магматические карбонатиты (по флогопиту K-Ar) – 387, то же (Rb-Sr) – 378; магнизиальные апокарбонатитовые скарны (по флогопитам, кальцитам) – 343 ± 25 млн лет. В южной части произошло становление тел нефелиновых сиени-

тов с датами по биотиту (K-Ar) – 372 млн лет [10].

Алмазоносный потенциал среднепалеозойского этапа ещё не вполне раскрыт, о чём свидетельствуют многочисленные находки минерала в каменноугольных толщах на севере и западе платформы [3, 7, 12, 30]. Россыпные алмазы и сопровождающие их хромистые пиропы известны в нижнекаменноугольных отложениях нуччюрегинской свиты Кютюнгинской области Лено-Анабарской субпровинции (*Алдано-Оленекской ИМП*) на севере ЯАП, выделенной по типоморфным особенностям минерала [12]. Пиропы из нуччаюрегинской свиты нередко принадлежат к алмазной ассоциации (до 7%). Присутствие алмазов одной разновидности (до 88%), ламинарных камней ряда октаэдр-ромбододекаэдр (до 76%) и округлых индивидов (до 11%) свидетельствует о поступлении таких алмазов из богатого коренного источника [7, 12]. Такую местную ассоциацию глубинных минералов предложено называть «кютюнгдинского» типа, для которого характерны кристаллы октаэдрического и переходного к ромбододекаэдрическому облика (до 50%) с заметным участием полукруглых ромбододекаэдров с блоковой структурой и алмазов с оболочкой [12, 30]. Это позволило высказать предположение о наличии в этом регионе богатых кимберлитовых тел, которые, вероятно, находятся в Далдыно-Толуопском междуречье, возможно, под толщами траппов, о чём свидетельствует леденцовая скульптура поверхности кристаллов алмаза «кютюнгдинского» типа, что является признаком их продолжительного нахождения в прибрежной зоне [12, 30].

На юго-западе Сибирской платформы в каменноугольных отложениях установлены ореолы алмазов и их минералов-спутников, которые можно отнести к *Ангаро-Тунгусской ИМП* [2, 9, 12, 15, 16, 17, 34]. Площади эти принадлежат Ангарскому кратону с возрастом консолидации 2,6 млрд лет, где выделяются шесть алмазоносных районов (Присаянский, Чуно-

Бирюсинский, Муру-Ковинский, Илимo-Катангский, Нижне-Тунгусский и Тычанский), перспективных на обнаружение высокоалмазоносных диатрем [9, 15, 16, 17, 34]. Последние не только среднепалеозойского возраста, поскольку на юге известно Ингашийское (Окинское) поле среднерифейских даек кимберлитов (1260 млн лет), на севере – Чадобецкое поле мезозойских кимберлитов. Первые пять названных районов расположены на территории Иркутской области, а Тычанский район – в Красноярском крае. В *Присаянском алмазоносном районе* известна полоса распространения рифейских лампроитов шириной 5–8 км и длиной до 30 км, протянувшаяся по линии «верховье р. Ингаши – р. Чёрная Танга», – Ингашинское лампроитовое (кимберлитовое) поле [8, 32]. Кроме того, в нижнекаменноугольной саранчетской свите (датированной 370 ± 30 млн лет) установлены пиропы, хромшпинелиды, хромдиопсиды и другие минералы-спутники алмаза, что позволило предположить присутствие в районе среднепалеозойских алмазоносных магматитов [9]. *Чуно-Бирюсинский алмазоносный район* выделен по содержанию пироба и хромшпинелидов в нижнекаменноугольных отложениях баероновской свиты, откуда они поступают в современный аллювий (бассейны рек Чукша и Тангуй-Удинская) [8]. Невысокое содержание индикаторных минералов в породах нижнего карбона и современном аллювии, их небольшой размер, отсутствие пикроильменита, присутствие гранатов различных генетических типов позволили предполагать присутствие источников нескольких генетических типов (в том числе и нетрадиционных). Перспективность площади подтверждает и обнаружение в современном аллювии алмазов, образующих иногда россыпные проявления. *Муру-Ковинский алмазоносный район* (6300 км^2) расположен в центральной части Ангарского кратона и пространственно связан с главной структурой, контролирующей коренную алмазоносность юго-запада Сибирской платформы, – Ковино-Кординской зоной

(южный фланг). Здесь установлено два наиболее ранних коллектора – отложения нижнекаменноугольной мурской и средне-верхнекаменноугольной катской свиты [8]. В отложениях мурской свиты повсеместно встречаются пиропы различных генетических типов, в том числе дунит-гарцбургитового до верлитового и пироксенитового [35], что может указывать на их кимберлитовую природу. Пиропы и хромшпинелиды есть и в катской свите, где распространены локально. Алмазы в этом районе встречены только в современном аллювии. Присутствие среди них плоскогранных острорезберных октаэдров, а также индивидов с параллельной штриховкой, полицентрически растущими гранями, ромбододекаэдров с полосами пластической деформации делает близкими местные предполагаемые кимберлиты с таковыми Мало-Ботуобинского района [35]. *Илимo-Катангский алмазоносный район* (площадь $110\,000 \text{ км}^2$) отличается значительными вариациями мощностей литосферы (от 130 до 200 км и более). Полагают, что в среднем палеозое контролирующей структурой здесь был раннекаменноугольный Тушамский прогиб [9, 15, 16, 17, 35]. Повсеместное наличие в тушамской свите пироба, ассоциирующего нередко с хромшпинелидами, а в аллювиальных песках и алмазов делает эту территорию перспективной для поисков среднепалеозойских кимберлитов. *Нижне-Тунгусский алмазоносный район* (78000 км^2) выделен на западе Бирюсинско-Ангаро-Оленекского кратона, т. е. части, которая относится к Ия-Оленекской депрессионной зоне. На севере последней, где мощности земной коры максимальны, расположены известные Верхне-Мунское, Алакит-Мархинское и Далдынское кимберлитовые поля. В верховьях р. Чона на площади весьма контрастного поднятия фундамента прогнозируются диатремы среднего палеозоя, что подтверждается и морфологическим обликом найденных алмазов – почти четверть кристаллов октаэдрического и переходного (октаэдр-ромбододекаэдр) облика [9, 15, 16, 17].

Тычанский алмазоносный район занимает территорию Комовского кратона архейской консолидации, в зоне сочленения Байкитской антеклизы и Тунгусской синеклизы. В структуре рифейско-нижнепалеозойского яруса антеклизы выделяется Комовский свод как структура первого порядка. На юге района известны многочисленные диатремы базальтов, пикритов и др. пород, включая и триасовые неалмазоносные кимберлитовые тела Хоркич и Тайгикут-Нембинского поля. Среднепалеозойские кимберлиты здесь пока не открыты, но их положение прогнозируется вдоль зоны глубинного Ковино-Кординского разлома [9, 15, 16, 17]. В каменноугольных отложениях на юго-западе Тунгусской синеклизы (протяженностью до 250 км) многочисленны находки алмазов и их минералов-спутников. Россыпные проявления группируются в Тычанский, Тарыдахский и Шушукский ореолы. В Тычанском карбоновом коллекторе наиболее перспективным для опробования признаётся базальный горизонт тычанской свиты, в котором обнаружены кристаллы различных гранулометрических классов. От якутских месторождений морфологический спектр кристаллов из каменноугольных толщ Тычанского ореола отличается доминированием октаэдров (до 29%), переходных форм (до 13%), обилием ромбододекаэдров (17%), додекаэдровидов с шагреновой поверхностью и полосами пластических деформаций (до 27%), плоскогранных октаэдров (до 7%) [12, 15, 16, 17]. Среди минералов-спутников отмечены пиропы (преобладают) и хромшпинелиды. На основе изучения гранатов Тычанского и Тарыдахского ореолов показаны различия в строении верхней мантии соответствующих площадей [13].

На *позднегерцинском этапе (средний карбон-средний триас)* потенциально алмазоносные и алмазоносные магматиты известны в Анабаро-Оленекской и Ангаро-Тунгусской ИМП. Кимберлиты Молодинского, Куойского, Куранахского, Лучаканского, Ары-Мастахского и Староречен-

ского полей Анабаро-Оленекской ИМП характеризуются позднегерцинскими (310–200 млн лет) радиологическими датами. В Куонамском алмазоносном районе (поля Ары-Мастахское, Старореченское и Дьюкенское) потенциально промышленным объектом считают триасовую трубку Куонамская. Сравнительно невысокое содержание алмазов в её кимберлитах компенсирует высокий выход ювелирного сырья. Некоторые исследователи в своих работах, посвящённых северо-востоку платформы, указывали на триасовую эпоху как потенциально продуктивную [6, 7]. При этом предполагалось, что нетрадиционный коренной источник алмазов «эбеляхского типа» также имеет раннесреднетриасовый возраст и его вероятное пространственное положение – в зоне сочленения Сибирской платформы с обрамляющим Енисей-Хатангским прогибом (устье Лены или прилегающей акватории Оленекского залива моря Лаптевых), скорее всего, в районе кряжа Прончищева [6]. Подтверждение этому исследователи видели в возрасте встреченного в россыпях трубчатого циркона, ассоциирующего с алмазами северного типа, – 215–233 млн лет (ранний триас). Однако с мнением о триасовом возрасте коренного источника алмазов «эбеляхского типа» согласны не все, считая их докембрийскими [3, 12, 36].

В раннемезозойских россыпях Кютюнгдинской (Приленской) области, протянувшейся по Ленскому левобережью между устьем р. Моторчуны и устьем Лены, октаэдры алмазов встречены геологами ВАГТа в 1957 г. Они установили алмазоносность отложений среднего и верхнего триаса, нижней и верхней юры, а также присутствие минералов-спутников алмаза в разрезах венда, кембрия и нижнего триаса. В триасовых кимберлитах Лучаканского поля Анабаро-Оленекской области (диатремы Отрицательная, Флажок, Двойная и др.) отмечено до 25% бесцветных и молочно-белых кубоидов с облегченным $\delta^{13}\text{C}$ (-17 – -20%) [12, 25]. Уникальна по минералогическим и геохими-

ческим особенностям своих алмазов трубка Дьянга Беенчима-Куойкского поля. Среди её алмазов больше всего додекаэдроидов с шагреновой поверхностью и кавернами травления, сопровождаемых эклогитовой ассоциацией спутников (оранжевый гранат и клинопироксен) [12]. Поверхности кристаллов здесь часто представлены лишь реликтами первичной огранки, коррозионными поверхностными сколами. Они содержат максимальные для северо-востока ЯАП количества твердых включений эклогитового парагенезиса – до 25–30% их общего числа. Уникальность этой трубки и в том, что в отличие от доминирования в фанерозойских кимберлитах алмазов ультраосновных парагенезисов в указанной диатреме особенно велика роль эклогитовых алмазов с облегченным составом углерода [2].

В *Ангаро-Тунгусской ИМП* на западе Сибирской платформы сотрудниками «Красноярскгеология» были открыты диатремы Тайга и Хортич нового Тайгикун-Нембинского кимберлитового поля. Их выходы отмечены на левобережье р.Подкаменная Тунгуска. Зеленоватосерые, черные кимберлиты содержат обломки кембрийских, каменноугольных углистых пород, триасовых долеритов. Возраст кимберлитов по валовому составу и флогопиту – триасовый (225±10 млн лет). В связи с отсутствием в породах алмазов и несколько отличным от типичных кимберлитов составом хромшпинелидов и пикроильменитов породы диатремы могут относиться к щелочно-ультраосновной (пикритовой) формации. В позднегерцинский этап в *Ангаро-Тунгусской ИМП* сформировались также многие массивы ультраосновных щелочных пород с карбонатитами [9, 33], имеющие близкий с кимберлитами этой территории возраст (250 млн лет).

На Сибирской платформе вулканическая деятельность в среднем и позднем триасе (*киммерийский этап*) полностью прекратилась, чем эти эпохи резко контрастировали с ранним триасом, когда возникли основные поля развития траппов

на площади 1,5–2,5 млн км². Кимберлиты и лампроиты триаса и юры известны или предполагаются в киммерийских *ИМП Нижнеленской, Алданской* (верхнеюрские лампроиты), *Северного Таймыра* (триасовые лампроиты и слюдяные кимберлиты). В *Нижнеленской ИМП* позднетриасовые-юрские радиологические даты получены для кимберлитов Молодинского, Куойкского, Лучаканского, Ары-Мастахского, Старореченского, Эбеляхского и Орто-Ыаргинского полей [4, 15, 16, 17]. Алмазы в посттриасовых (юрских и меловых) диатремах не установлены, но с некоторой долей условности предполагаются в связи с наличием их и минералов-спутников в келловейских базальных конгломератах. В *Алданской ИМП* И.Л.Махоткин описал комплекс силлов и даек лампроитов с позднеюрскими датами (147–142 млн лет (K-Ar)). В этом районе известны и более поздние проявления лампроитового магматизма, относящиеся к раннемеловой эпохе. Силлы, реже дайки лампроитов мальма мощностью до 10 м залегают в наиболее тектонически спокойных блоках, особенно в Якокутской впадине, главной площади их развития. В Ингалинском массиве силлы обнаружены среди нижнекембрийских доломитов. В единой дифференцированной серии лампроитов мальма есть породы ультраосновного и основного рядов. Основная масса ультраосновных лампроитов (слагают нижние части силлов или внутренние части даек) представлена оливином II генерации, зернами диопсида, флогопита, псевдолейцита, ортоклаза и раскристаллизованного стекла. Присутствуют хромшпинелиды с низким содержанием глинозема (<5%), что делает их непохожими на одноименные минералы из кимберлитов. Местонахождения юрских лампроитов и ультраосновных щелочных пород с карбонатитами в *Алданской ИМП* иногда сближены. В *ИМП Горного Таймыра* известны слюдяные кимберлиты, в которых встречены алмазы. Известны здесь и лампроиты. К настоящему времени обнаружено 35 даек и 9 диатрем. Возраст их составляет 230–

225 млн лет (K-Ar, Rb-Sr), что отвечает карнийскому веку верхнего триаса.

На Сибирской платформе меловые (*раннеальпийский этап*) магматиты трубчатого типа известны в *Нижнеленской и Алданской ИМП*. На восточном склоне Анабарского щита в пределах Нижнеленской провинции под термином «конвергентные с кимберлитами породы», которые относят к юре – мелу, описывают диатремы пикритовых порфиритов, карбонатитов, щелочных базальтов [4, 15, 16, 17, 25, 35]. Они ассоциируют с кимберлитами в пределах Орто-Ыаргинского, Старореченского и Ары-Мастахского полей. Если базиты девона характеризуются высокими содержаниями K_2O , то в химических составах долеритов мезозоя ведущая роль принадлежит Na_2O и иное соотношение $Ni/Fe=11,3-12,4$. Исследователи отмечают неалмазность меловых кимберлитов севера ЯАП, выявленных в пределах Беенчима-Куойкского поля [7, 15, 16, 17, 18, 35]. В Алданской ИМП нижнемеловые лампроиты, наряду с аналогичными верхнеюрскими телами, известны в центральной части щита и других его сегментах (Мурунский массив, Верхне-Амгинский район, р.Молбо, Ломамский шток). Их радиологические даты по флогопиту (K-Ar) характеризуют раннемеловые интервалы 137–133 и 124–120 млн лет. Несколько образцов ультраосновного и один основного состава лампроитов Ломамского штока показали значения 124–119 млн лет. Некоторые исследователи считали Верхне-Амгинские трубки взрыва щелочно-ультраосновного состава этой части щита, сложенными пикритами и известково-щелочными лампрофирами-минеттами, а сами диатремы послераннетриасовыми [19, 35]. И.Л. Махотко различал в строении массивов участки, сложенные ультраосновными брекчиями, основными лампроитами, средними лампроитами-оренжитами. Он отнес Центрально-Алданский и Верхне-Амгинский районы эруптивного магматизма, удаленные друг от друга примерно на сто километров, к единому Централь-

но-Алданскому гранулит-гнейсовому блоку. Установлены три вида пород семейства основных лампроитов: оливиндиопсид-флогопитовые, оливинсодержащие флогопит-диопсидовые и оливиндиопсидовые.

Кайнозойские (*позднеальпийский этап*) потенциально алмазоносные и алмазоносные магматиты известны на северо-востоке и юго-западе платформы, где они отнесены к *Анабаро-Нижнеленской и Алданской ИМП* [21, 25, 27]. В пределах первой известны палеогеновые кимберлиты [7] и крупные вулканно-тектонические структуры с импактными алмазами эоценовые Попигайская и Беенчима-Салаатинская [15, 16, 17, 21]. Попигайский объект, ресурсы которого оценивают в миллиарды карат, находится в среднем течении р. Попигай. Он имеет диаметр около 75 км, абсолютные отметки дна 20–80 м. Окружающее плато приподнято над дном на двести метров [19]. Алмазы Попигайской структуры – это поликристаллические полифазные сростки состава «графит-чаоит-кубический» алмаз (лонсдейлит) размерностью до 3 мм, но обычно до 0,5 мм [2, 12, 21]. Средние содержания алмазов в пределах отдельных разведанных площадей составляют до 9 карат/м³, максимальные – сотни карат [21]. Аргументы сторонников эндогенной [5] и космогенной [21] гипотез формирования структур типа Попигайской хорошо известны и давно обсуждаются. Беенчима-Салаатинская очаговая криптовулканическая структура находится в бассейне левого притока р. Оленёк р. Беенчима на северо-восточном склоне Оленекского поднятия. Она появилась примерно в то же время что и Попигайская (40±20 млн лет назад), и была установлена в поле развития отложений нижнего-среднего кембрия путём дешифрирования аэрофотоснимков. Диаметр образования по дну – 6,0–6,5 км, по валу, возвышающемуся над ним на 50–70 м, – 7,5–8,0 км [21]. Обе очаговые структуры естественным образом замыкают северо-восточное окончание Большой алмазной диагонали плат-

формы, демонстрируют последовательное омоложение потенциально продуктивного магматизма в сторону моря Лаптевых.

Таким образом, исследования, проведенные с использованием большого фактического и аналитического материала, позволили сделать выводы о необходимости более углубленного комплексного изучения эпох мощного корообразования и кимберлитового магматизма, на которые раньше не обращалось особого внимания. Разногласие по вопросам, касающимся геолого-тектонических аспектов локализации месторождений алмазов на Сибирской платформе, в большой степени связано с недостаточностью наших знаний о строении и алмазоносности её значительной части. В её пределах имеются площади россыпных узлов и кимберлитовых полей, изученные десятками тысяч скважин, в то время как значительная часть платформы (особенно западная половина) обследована недостаточно, что особенно касается подтрапповых образований. Тем не менее имеющиеся ныне неравноценные и неравномерно распределённые материалы позволяют различать два мегаэтапа в формировании алмазоносности Сибирской платформы. Ранний охватывал время от архея до рифея включительно, т.е. от появления собственно алмаза в недрах до первого его поступления в приповерхностные обстановки. Для мегаэтапа характерны полицентризм, тяготение к периферическим частям платформы, а также разнообразие транспортёров. Второй мегаэтап (ранний палеозой – эоцен) отличался от первого пространственным расположением проявлений, моноцентризмом, преобладанием диатрем кимберлитов. При планировании и проведении прогнозно-поисковых работ на алмазы на перспективных территориях платформы надо ставить задачи вскрытия не только среднепалеозойских продуктивных коллекторов, но и более древних (докембрийских и нижнепалеозойских), а также молодых (в первую очередь мезозойских) толщ, проводя при этом детальное комплексное изучение вещественного состава

пород (особенно опорных разрезов и базальных горизонтов). Ведь на Африканской платформе нет не промышленно алмазоносных временных интервалов, хотя их число вполне отвечает восточно-сибирским. Верность подобной мысли подтверждает и принадлежность кимберлитов высокоалмазоносного Накынского поля к новой для Сибирской платформы раннепалеозойской эпохе мощного корообразования и кимберлитового магматизма. Полученные новые материалы о более широкой, чем считалось ранее, потенциальной россыпной алмазоносности докембрийских отложений также подчёркивает важность изучения более древних толщ с целью ответа на вопросы о коренных источниках алмазов.

Библиографический список

1. *Архангельская алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия, минералогия)* / под ред. О.А. Богатикова. М.: изд-во МГУ, 1999. 524 с.
2. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П.* Поисковая минералогия алмаза. Новосибирск, 2010. 650 с.
3. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Тычков С.А.* Проблема докембрийской алмазоносности Сибирской платформы // Вестник Воронежского университета. Сер. геол. 2002. № 13. С. 19–35.
4. *Брахтфогель Ф.Ф.* Геологические аспекты кимберлитового магматизма Северо-Востока Сибирской платформы / ЯФ СО СССР. Якутск, 1984. 128 с.
5. *Ваганов В.И.* Алмазные месторождения России и мира. М.: Недра, 2000. 369 с.
6. *Василенко В.Б., Зинчук Н.Н., Кузнецова Л.Г.* Геодинамический контроль размещения кимберлитовых полей центральной и северной части Якутской кимберлитовой провинции (петрохимический аспект) // Вестник Воронежского университета. Сер. геология. 2000. № 3 (9). С.37–55.
7. *Граханов С.А., Шаталов В.И., Штыров В.А. и др.* Россыпи алмазов России. Новосибирск: Гео, 2007. 457 с.
8. *Дукардт Ю.А., Борис Е.И.* Авлакогенез и кимберлитовый магматизм / Воронеж. гос. ун-т. Воронеж, 2000. 161 с.

9. *Егоров К.Н., Зинчук Н.Н., Мишенин С.Г. и др.* Перспективы коренной и россыпной алмазности юго-западной части Сибирской платформы // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы АК «АЛРОСА»: современное состояние, перспективы, решения. Мирный, 2003. С. 50–84.
10. *Зайцев А.И., Корнилова В.П., Фомин А.С.* О возрасте кимберлитовых пород Накынского поля (Якутия) // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения / Воронеж. гос. ун-т. Воронеж. 2001, № 5, с. 47–54.
11. *Зинчук Н.Н.* Постмагматические минералы кимберлитов. М.: Недра, 2000, 538 с.
12. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.* Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. М.: Недра, 2003. 603 с.
13. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Афанасьев В.П. и др.* Прогнозные минералогические факторы коренной алмазности Байкитской области (Красноярский край) // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы АК «АЛРОСА»: современное состояние, перспективы, решения. Мирный, 2003. С.109–117.
14. *Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т.* Тектоника и алмазоносный магматизм / Воронеж. гос. ун-т. Воронеж. 2004. 426 с.
15. *Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т.* Историческая минерагения: в 3 т. Т. 1. Введение в историческую минерагению / Воронеж. гос. ун-т. Воронеж. 2005. 590 с.
16. *Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т.* Историческая минерагения: в 3 томах. Т. 2. Историческая минерагения древних платформ / Воронеж. гос. ун-т. Воронеж. 2007. 570 с.
17. *Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т.* Историческая минерагения: в 3 томах. Т. 3. Историческая минерагения подвижных суперпоясов / Воронеж. гос. ун-т. Воронеж. 2008. 622 с.
18. *Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырёв Л.Т.* Историко-минерагенический анализ коренной алмазности Сибирской платформы // Тр. НИИГеологии Воронеж. гос. ун-т. Воронеж. 2010. Вып. 64. 100 с.
19. *Зув П.П.* К петрологии кимберлитоподобных пород Центрально-Алданского района (Алданский щит) // Докл. АН СССР. 1973. Т. 212, № 1. С. 205–208.
20. *Каминский Ф.В.* Закономерности размещения кимберлитов и родственных им пород на Сибирской платформе // Там же. 1972. Т. 204, № 5. С.1187–1190.
21. *Масайтис В.Л., Мащак М.С., Райхлин А.И. и др.* Алмазоносные импактиты Попигаической астроблемы. СПб., 1978. 179 с.
22. *Метелкина М.П., Прокопчук Б.И., Суходольская О.В., Францессон Е.В.* Докембрийский алмазоносные формации мира. М.: Недра, 1976. 134 с.
23. *Милашев В.А.* Кимберлитовые провинции. Л.: Недра, 1974. 224 с.
24. *Милашев В.А.* Структуры кимберлитовых полей. Л.: Недра, 1979. 183 с.
25. *Мокшанцев К.В., Еловский В.В., Ковальский В.В. и др.* Структурный контроль проявлений кимберлитового магматизма на северо-востоке Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1976. 120 с.
26. *Похиленко Н.П., Соболев Н.В., Зинчук Н.Н.* Аномальные кимберлиты Сибирской платформы и кратона Слейв, их важнейшие особенности в связи с проблемой прогнозирования и поисков // Алмазоносность Тимано-Уральского региона: материалы Всерос. совещания. Сыктывкар: Геопринт, 2001. С. 19–21.
27. *Розен О.М., Манаков А.В., Зинчук Н.Н.* Сибирский кратон. Формирование и алмазоносность. М.: Научный мир, 2006. 212 с.
28. *Секерин А.П., Меньшагин Ю.В., Лащенко В.А.* Докембрийские лампроиты Присяня // Докл. РАН, 1993. Т. 329, № 3. С. 328–331.
29. *Соболев В.С.* Геология месторождений алмаза Африки, Австралии, Борнео и Северной Америки. М.: Госгеолтехиздат, 1951. 51 с.
30. *Соболев Н.В., Белик Ю.П., Похиленко Н.П.* Хромсодержащие пиропы в нижнекаменноугольных отложениях Кютюнгинского прогиба // Геология и геофизика, 1981, № 2. С. 14–23.
31. *Толстов А.В.* Пластовые кимберлиты севера Сибирской платформы (в связи с поисками коренных месторождений алмазов) // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. Воронеж. гос. ун-т. Воронеж. 2001. С. 135–143.
32. *Францессон Е.В., Лутц Б.Г.* Кимберлитовый магматизм древних платформ. М.: Наука, 1995. 120 с.
33. *Фролов А.А., Латин А.В., Толстов А.В. и др.* Карбонатиты и кимберлиты (взаимоотношения, минерагения, прогноз). М.: НИА «Природа», 2005. 540 с.

34. Харькив А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений. М.: Недра, 1995. 348 с.
35. Харькив А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Коренные месторождения алмазов мира. М.: Недра, 1998. 555 с.
36. Шамшина Э.А. Минералы кимберлитовых пород в разновозрастных отложениях севера Сибирской платформы / ЯФ СО АН СССР. Якутск, 1986. 120 с.
37. Эринчек Ю.М. Перспективы алмазоносности Сибирской платформы на основе анализа глубинного строения территории // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения / Воронеж. гос. ун-т. 2001. С. 561–568.
38. Dawson J.B. The structural setting of African kimberlite magmatism // African Magmatism and Tectonics. Oliver and Boyd, 1970. P. 321–335.

About Basic Epochs of Crust Formation and Kimberlite Magmatism in Connection with Diamond Prospecting Works

N.N. Zinchuk

Western-Yakutian Scientific Center of the Sakha Republic Academy of Sciences, 678170, Yacutia, Mirny, Lenina St., 4/1

E-mail: nnzinchuk@rambler.ru

Results of comprehensive analysis of large amount of worldwide and regional geological information allowed suggesting necessity of more intensive research of massive crust formation and diamondiferous magmatism epochs, which were paid little attention to. Presently available highly scattered information allows distinguishing two megastages in formation of the Siberian platform diamondiferousness. The early stage includes the time from Archean to Riphean or from diamonds formation in the mantle to its first appearance at the surface conditions. Polycentrism, localization at peripheral parts of the platform, as well as diversity of transporters are characteristic for this megastage. The second megastage (Early Paleozoic-Eocene) differs from the first one by spatial arrangement of occurrences, monocentrism, and prevalence of kimberlite diatremes. During planning and carrying out the diamonds prospecting works on perspective territories of the platform, it is necessary to study not only Middle-Paleozoic productive collectors, but also more ancient (Precambrian and Lower Paleozoic) and young (Mesozoic) strata as well, performing detailed complex analysis of rock composition (especially the key layers and basal horizons).

Key words: *diamonds, geological exploration, kimberlites, diamond collectors.*

References

1. *Arkhangel'skaya* almazonosnaya provintsiya (geologiya, petrografiya, geokhimiya, mineralogiya). 1999. Pod redaktsiyey O.A. Bogatikova, Moscow, MGU, p. 524.
2. Afanasiev V.P., Zinchuk N.N., and Pokhilenko N.P., 2010. Poiskovaya mineralogiya almaza [Exploration mineralogy of diamonds]. Novosibirsk, p. 650.
3. Afanasiev B.P., Zinchuk N.N., and Tychkov S.A., 2002. Problema dokembriyskoy almazonosnosti Sibirskoy platform [Problem of Precambrian diamondiferousness of Siberian Platform]. Vestnik Voronezhskogo universiteta. Seriya Geologiya. 13:19-35.
4. Brakhtfogel F.F., 1984. Geologicheskie aspekty kimbberlitovogo magmatizma Severo-

- Vostoka Sibirskoy Platformy [Geological aspects of kimberlitic magmatism in the North-East of Siberian Platform]. Yakutsk, YF SO SSSR, p. 128.
5. *Vaganov V.I.*, 2000. Almaznye mestorozhdeniya Rossii i Mira [Diamond deposits of Russia and World]. Moscow, Nedra, p. 369.
 6. *Vasilenko V.B., Zinchuk N.N., and Kuznetsova L.G.*, 2000. Geodinamicheskiy kontrol razmeshcheniya kimberlitovykh poley tsentralnoy i severnoy chasti Yakutskoy kimberlitovoy provintsii [Geodynamic aspects of location of kimberlite fields of central and northern part of the Yakutian Kimberlite Province]. Vestnik Voronezhskogo universiteta, Seria Geologiya, 3(9):37-55.
 7. *Grakhanov S.A., Shatalov S.A., Shtyrov V.A., et al.*, 2007. Rossypi almazov Rossii [Diamond placers of Russia]. Novosibirsk, Geo, p. 457.
 8. *Dukardt Yu.A., Boris E.I.* 2000. Avlakogenez I kimberlitoviy magmatizm [Aulakogenesis and kimberlitic magmatism]. Voronezh, VGU, p. 161.
 9. *Egorov K.N., Zinchuk N.N., Mishenin S.G., et al.*, 2003. Perspektivy korennoy i rossypnoy almazonosnosti yugo-zapadnoy chasti Sibirskoy platformy [Perspectives of primary and placer diamondiferousness in the South-West part of Siberian Platform]. In Geologicheskiye aspekty mineralno-syrievoy bazy AK "ALROSA": covremennoye sostoyanie, perspektivy, resheniya. Mirny, Mirny Publ., pp. 50-84.
 10. *Zaytsev A.I., Kornilova V.P., and Fomin A.S.*, 2001. O vozraste kimberlitovykh porod Nakynskogo polya (Yakutiya) [About age of kimberlitic rock of Nakyn field (Yakutiya)]. In Problemy almaznoy geologii I nekotorye puti ikh resheniya. Voronezh, VGU, 5:47-54.
 11. *Zinchuk N.N.*, 2000. Postmagamaticheskie mineral kimberlitov. Moscow, Nedra, p. 538.
 12. *Zinchuk N.N., Koptil V.I.*, 2003. Tipomorfizm almazov Sibirskoy platformy [Typomorphism of diamonds of Siberian Platform]. Moscow, Nedra, p. 603.
 13. *Zinchuk N.N., Koptil V.I., Afanasiev V.P., et al.*, 2003. Prognoznye mineralogicheskie faktory korennoy almazonosnosti Baykitskoy oblasti (Krasnoyarskiy kray) [Predictive mineralogical factors of primary diamondiferousness of Baykit region (Krasnoyarskiy kray)]. In Geologicheskiye aspekty mineralno-syrievoy bazy AK "ALROSA": covremennoye sostoyanie, perspektivy, resheniya. Mirny, Mirny Publ., pp. 109-117.
 14. *Zinchuk N.N., Savko A.D., and Shevyrev L.T.*, 2004. Tektonika I almazonosniy magmatizm [Tectonics and diamondiferous magmatism]. Voronezh, VGU, p. 426.
 15. *Zinchuk N.N., Savko A.D., and Shevyrev L.T.*, 2005. Istoricheskaya minerageniya. T. 1. Vvedenie v istoricheskuyu minerageniyu [Historical mineragenia T. 1. Introduction to historical mineragenia]. Voronezh, VGU, p. 590.
 16. *Zinchuk N.N., Savko A.D., and Shevyrev L.T.*, 2007. Istoricheskaya minerageniya. T. 2. Istoricheskaya minerageniya drevnikh platform [Historical mineragenia T. 2. Historical mineragenia of the ancient platforms]. Voronezh, BGU, p. 570.
 17. *Zinchuk N.N., Savko A.D., and Shevyrev L.T.*, 2008. Istoricheskaya minerageniya. T. 3. Istoricheskaya minerageniya podvizhnykh poyasov [Historical mineragenia T. 3. Historical mineragenia of the mobile super-belts]. Voronezh, VGU, p. 622.
 18. *Zinchuk N.N., Savko A.D., and Shevyrev L.T.*, 2010. Istoriko-mineragenicheskiy analiz korennoy almazonosnosti Sibirskoy platformy [Historic and mineralogenic analysis of loud diamondiferousness of the Siberian Platform]. Trudy NIIGeologii, T. 64, Voronezh, VGU, p. 100.
 19. *Zuyev P.P.*, 1973. K petrologii kimberlitopodobnykh porod Tsentralno-Aldanskogo rayona (Aldanskiy shchit) [About pethrology of kimberlite like rocks of the Central Aldan (Aldan Shield)]. Dokl. AN SSSR, 212(1):205-208.
 20. *Kaminskiy F.B.*, 1972. Zakonomernosti razmeshcheniya kimberlitov i rodstvennykh im porod na Sibirskoy platforme [Regularities of allocation of kimberlites and related rocks on the Siberian Platform]. Dokl. AN SSSR, 204(5):1187-1190.
 21. *Masaytis V.L, Mashchak M.S., Raykhlin A.I., et al.*, 1978. Almazonosnye impakty Popigayskoy astroblemy [Diamondiferous impact rocks of Popigay astrobleme]. St.Petersburg, p. 179.
 22. *Metelkina M.P., Prokopchuk B.I., Sukhodolskaya O.V., and Frantsesson E.V.*, 1976. Dokembriyskie almazonosnye formatsii [Precambrian world diamondiferous formations]. Moscow, Nedra, p. 134.

23. *Milashev V.A.*, 1974. Kimberlitovye provintsiy [Kimberlite provinces]. Leningrad, Nedra, p. 224.
24. *Milashev V.A.*, 1979. Struktury kimberlitovykh poley [Structures of kimberlitic fields]. Leningrad, Nedra, p. 183.
25. *Mokshantsev K.B., Elovskiy V.V., Kovalskiy V.V., et al.*, 1976. Strukturniy kontrol proyavleniy kimberlitovogo magmatizma na severo-vostoke Sibirskoy platformy [Structural control of the kimberlitic magmatism in the North-East of Siberian Platform]. Novosibirsk, Nauka, p. 120.
26. *Pokhilenko N.P., Sobolev N.M., and Zinchuk N.N.*, 2001. Anomalnye kimberlity Sibirskoy platformy i kratona Sleyv, ikh vazhneyshie osobennosti v svyazi s problemoy prognozirovaniya i poiskov [Anomalous kimberlites of Siberian Platform and Slave craton: their most significant particularities related to the problem of predicting and exploration]. In *Almazonosnost Timano-Uralskogo regiona. Materialy Vseros. soveshchaniya. Syktyvkar, Geoprint*, pp. 19-21.
27. *Rozen O.M., Manakov A.V., and Zinchuk N.N.*, 2006. Sibirskiy kraton. Formirovanie i almazonosnost [Siberian craton. Formation and diamondiferousness]. Moscow, Nauchnyy mir, p. 212.
28. *Sekerin A.P., Menshagin Yu.V., and Lashchenov V.A.*, 1993. Dokembriyskie lamproity Prisyanya [Precambrian lamproites of Pre-Sayan region]. *Dokl. RAS*, 329(3):328-331.
29. *Sobolev V.S.*, 1951. Geologiya mestorozhdeniy almaza Afriki, Avstralii, Borneo i Severnoy Ameriki [Geology of diamond deposits of Africa, Australia, Borneo, and North America]. Moscow, Gosgeoltekhizdat, p. 51.
30. *Sobolev N.V., Belik Yu.P., and Pokholenko N.P.*, 1981. Khromsoderzhashchie piropy v nizhne-kamennougolnykh otlozheniyakh Kyutyungdinskogo progiba [Chrome bearing pyropes in the Lower Carboniferous deposits of the Kyutyungda basin]. *Geologiya i geofizika*, 2:14-23.
31. *Tolstov A.V.*, 2001. Plastovye kimberlity severa Sibirskoy platformy (v svyazi s poiskami korennykh mestorozhdeniy almazov) [Layered kimberlites of the Siberian Platform: in relation to primary diamonds exploration]. In *Problemy almaznoy geologii i nekotorye puti ikh resheniya, Voronezh, VGU*, pp. 135-143.
32. *Frantsesson E.V., Lutz B.G.*, 1995. Kimberlitoviy magmatizm drevnikh platform [Kimberlite magmatism of ancient platforms]. Moscow, Nauka, p. 120.
33. *Frolov A.A., Lapin A.V., Tolstov A.V., et al.*, 2005. Karbonatity i kimberlity (vzaimootnosheniya, minerageniya, prognoz) [Carbonatites and kimberlites: interrelations, mineragenesis, prediction]. Moscow, NIA Priroda, p. 540.
34. *Kharkiv A.D., Zinchuk N.N., and Kryuchkov A.I.*, 1995. Geologo-ginetieskie osnovy shlikho-mineralogicheskogo metoda poiskov almaznykh mestorozhdeniy [Geologo-genetic basics of concentrate-mineralogical method of diamond deposits exploration]. Moscow, Nedra, p. 348.
35. *Kharkiv A.D., Zinchuk N.N., and Kryuchkov A.I.*, 1998. Korennye mestorozhdeniya almazov mira [World primary diamond deposits]. Moscow, Nedra, p. 555.
36. *Shamshina E.A.*, 1986. Mineraly kimberlitovykh porod v raznovozrastnykh otlozheniyakh severa Sibirskoy platformy [Minerals of kimberlitic rocks in multi-age sediments of north part of the Siberian Platform]. *Yakutsk, YaF SO AN SSSR*, p. 120.
37. *Erinchev Yu.M.*, 2001. Perspektivy almazonosnosti Sibirskoy platformy na osnove analiza glubinnogo stroeniya territorii [Perspectives of diamondiferousness of the Siberian Platform based on the analysis of deep structure of territory]. In *Problemy almaznoy geologii i nekotorye puti ikh resheniya. Voronezh, BGU*, pp.561-568.
38. *Dawson J.B.* 1970. The structural setting of African kimberlite magmatism. In *African Magmatism and Tectonics*. Oliver and Boyd, pp.321-335.